

LA IMPORTANCIA DE LA DEMARCACIÓN: UNA REVISIÓN DEL CONCEPTO DE "ACEPTACIÓN DE LA EVOLUCIÓN"

The Importance of Demarcation: a Review of "Acceptance of Evolution" Concept

Gonzalo Peñaloza¹

Fecha de recepción: 18 de febrero de 2016

Fecha de aprobación: 23 de mayo de 2016

Resumen

La evolución es uno de los elementos unificadores de la biología moderna; sin embargo, su enseñanza y su divulgación enfrentan diversos inconvenientes y retos. En tal sentido, una buena parte de las investigaciones que versan sobre el asunto usan el concepto de “aceptación de la evolución” para denotar cierta actitud que los sujetos toman respecto a ella. No obstante, el concepto no tiene una clara definición y no hay consenso pleno sobre su significado. Este artículo presenta una revisión de estudios empíricos que lo abordan. En primer lugar, expone una discusión teórica sobre su conceptualización; luego discute diversas relaciones que entre este concepto y otros se han propuesto y, finalmente, sostiene que, con independencia del significado que de “aceptación” se adopte, la demarcación de la ciencia parece ser fundamental para la enseñanza de la evolución.

Palabras clave: evolución, enseñanza, aceptación, demarcación de la ciencia, naturaleza de la ciencia.

Abstract

Evolution is one of the unifying elements of modern biology; however, its teaching and dissemination face various problems and challenges. In this sense, much of the research that deal with the issue use the concept of “acceptance of evolution” to denote certain attitude that subjects take about it. However, the concept does not have a clear definition and there is no full consensus about its meaning. This article presents a review of empirical studies that address it. First, a theoretical discussion about its conceptualization is presented; then, it discusses various relationships between this concept and others, based on previous research, and finally, it argues that, regardless of the meaning of “acceptance” is adopted, the demarcation of science seems to be fundamental to the teaching of evolution.

Keywords: evolution, education, acceptance, demarcation of science, nature of science.

¹ Estudiante, Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: gpjimenez101@hotmail.com

Introducción

A pesar de la importancia que la evolución tiene como uno de los elementos unificadores de la biología moderna, su enseñanza y su divulgación enfrentan diversos inconvenientes y retos. Para dar cuenta de ellos, una buena parte de las investigaciones que tratan con su enseñanza han adoptado el concepto de “aceptación de la evolución” (Sickel & Friedrichsen, 2013) para dar cuenta de cierta actitud que los sujetos adoptan respecto a ella. Un supuesto de la didáctica de las ciencias considera que la enseñanza se lleva a cabo en el continuo conocimiento-comprensión-aceptación (van Dijk, 2009; van Dijk & Reydon, 2010). Según este enfoque, se concibe que el conocimiento debería conllevar la comprensión y la aceptación, de tal forma que cuando el proceso se desarrolla normalmente, es posible afirmar que el sujeto aprendió. En el caso de los profesores, se supone que, a mayor conocimiento, mayor comprensión, y, por tanto, mejor enseñanza. En consonancia con dicha perspectiva, una buena parte de los esfuerzos en investigación y en formación de profesores se concentran en los problemas conceptuales, ante el supuesto de que, si nada interfiere, en una situación ideal, ello debería redundar en que, por ejemplo, la evolución se aprenda y se enseñe.

No obstante, la anterior suposición viene revaluándose en varios sentidos y, sobre todo, parece que no se cumple para el caso de la evolución. En primer lugar, se ha encontrado que diversos elementos, como las emociones, las creencias personales y la visión del mundo, entre otros, juegan un papel (en ocasiones, determinante) en el desarrollo de la comprensión (Warren, 2011). En segundo lugar, se ha establecido que “aceptar” —por lo menos, para el caso de la evolución— no siempre sigue al “comprender” (Smith & Siegel, 2004). En tercer lugar, se sabe que, especialmente, las creencias religiosas juegan un importante papel en todo este proceso (Akyol, Tekkaya, Sungur & Traynor, 2012; Nadelson & Southerland, 2010; Reiss, 2009). Por ejemplo, el estudio de Mansour (2013) muestra que las “creencias religiosas personales” están asociadas a cuestiones como la práctica pedagógica, la actitud hacia el conocimiento, las experiencias escolares y la epistemología de la ciencia, entre otros. Así pues, las creencias religiosas influyen en gran medida en la experiencia y en la actitud del profesor en distintos momentos y circunstancias de su ejercicio profesional. En cuarto lugar, comprender la naturaleza de la ciencia juega un papel relevante tanto en la comprensión como en la aceptación de la evolución (Akyol et al., 2012; Lombrozo, Thanukos & Weisberg, 2008; Rutledge & Warden, 2000). Como se evidencia, el panorama es bastante complejo y remite a cuestiones que se hallan por fuera de los estrictos límites conceptuales.

El presente trabajo se enfoca, particularmente, en el concepto de aceptación. En primer lugar, se presentan una contextualización teórica y la discusión a la que la didáctica de las ciencias naturales ha llevado sobre este concepto. Posteriormente, se expone una revisión de estudios empíricos que lo han abordado, denotando las diversas relaciones que entre él y otros conceptos se han propuesto. Finalmente, se plantea que, a la luz de los estudios sobre la aceptación, y sea cual fuere la acepción que se adopte de ella, la demarcación de la ciencia es una necesidad para la enseñanza de la evolución; a lo largo del presente texto, se encontrarán argumentos que respaldan tal propuesta. La discusión teórica toma como referentes el constructivismo contextual y el pluralismo epistemológico (Cobern, 1996; Cobern & Loving, 2001). Vale la pena destacar que este artículo es parte de los estudios teóricos que el autor desarrolla como parte de sus investigaciones sobre la relación entre ciencia, religión y enseñanza de la evolución.

Consideraciones metodológicas

Este trabajo se basa en una revisión de artículos de investigación para discutir el uso que viene teniendo el concepto de aceptación de la evolución dentro del campo de la didáctica de las ciencias. En primer lugar, se llevó a cabo una búsqueda de artículos mediante el uso de la base de datos SCOPUS. Se buscaron estudios de investigación empírica desde 2000 hasta 2014, utilizando diferentes combinaciones de palabras clave, como: aceptación, evolución, enseñanza, creacionismo, religión. Los resúmenes y la bibliografía de los artículos obtenidos de esta búsqueda se catalogaron y se revisaron, y se complementó la búsqueda a partir de sus referencias. Luego se seleccionó un conjunto de artículos para ser analizados. Los criterios de selección de los artículos fueron: investigaciones empíricas que trataran explícitamente la aceptación de la evolución; estudios con profesores de educación secundaria en ejercicio y en formación, y trabajos con estudiantes de educación secundaria y universitaria. De acuerdo con dichos criterios, se conformó un grupo de 36 artículos, que fueron estudiados completamente. La revisión de los documentos se enfocó en sus hallazgos sobre “aceptación de la evolución”. Con base en el análisis, se establecieron redes de las relaciones entre este concepto y otros, como: comprensión, enseñanza, creencias religiosas y naturaleza de la ciencia (nos, por las siglas en inglés de *Nature of the Science*). Tales relaciones se discutieron para configurar una interpretación del uso que ha tenido el concepto de aceptación de la evolución.

La aceptación como comprensión

En términos generales, el evolucionismo gira en torno a tres cuestiones centrales: el hecho, el camino y el mecanismo

(Ruse, 2009). El hecho se refiere a que, realmente, los seres vivos han cambiado en el tiempo; es decir, han evolucionado. El camino, por su parte, hace alusión a la trayectoria que el cambio de los organismos ha seguido y el mecanismo explica cómo ocurre dicho cambio. La obra de Darwin formuló teorías sobre cada una de estas cuestiones. Así, el darwinismo plantea que todos los organismos, vivos y extintos, devienen de formas primitivas, o ancestros, de manera que el desarrollo de la vida puede compararse con un árbol que se ha ramificado incesantemente, y la causa de dichas transformaciones ha sido la selección natural (Ruse, 2007). Desde Darwin, la biología moderna ha avanzado mucho en su comprensión del proceso evolutivo, y aunque se debaten muchas cuestiones, como los mecanismos de especiación, la relación genotipo-fenotipo y la gradualidad del proceso, entre otras, para esta disciplina es claro que la evolución de la vida ha sido y es permanente.

No obstante, la evolución no es ampliamente aceptada por las personas; este rechazo es mayor en algunos países (Miller, Scott & Okamoto, 2006). Por ejemplo, en Colombia se sabe que cerca del 50% de la población católica “no cree en la evolución” y que esta cifra es mayor entre otras tradiciones religiosas (Beltrán, 2012). Es decir, la evolución genera actitudes individuales y colectivas a favor o en contra de ella, y, a diferencia de otras cuestiones científicas, es especialmente “polémica” porque las personas expresan naturalmente sus grados de aceptación o de rechazo (Kampourakis, 2014). Esto ha inspirado diversos estudios para tratar de establecer lo que significa “aceptar” o “creer” en la evolución y los elementos asociados a eso. Por otra parte, se ha desencadenado un debate sobre el alcance de su enseñanza; particularmente, sobre si esta debería pretender y propender por su aceptación, su creencia o su comprensión.

Por lo general, el uso extenso de un término en la literatura especializada no necesariamente conlleva un consenso sobre su significado. Tal es el caso del término “aceptación”. En la didáctica de las ciencias naturales, esta palabra se usa de diferentes maneras, y aunque se han desarrollado diversos instrumentos para evaluarla y se han llevado a cabo múltiples estudios usándola, no hay un acuerdo pleno sobre su significado.

La aceptación puede entenderse dentro del marco del proceso conocer-comprender-creer. En una discusión llevada a cabo entre Cobern (2004) y Smith y Siegel (2004), la aceptación se asocia a “comprender”, mientras que la creencia se relaciona con “aprehender”. El debate tiene como punto de partida los conceptos de *conocimiento*, *verdad* y *justificación*. Smith y Siegel (2004) argumentan que aun hoy la relación entre estos conceptos se basa en el plan-

teamiento de Platón, quien sostenía que el conocimiento es “creencia verdadera justificada”, de tal forma que “creer” se constituye en condición del “conocer”. La otra condición es “la verdad”: no se puede conocer lo que es falso. Así, una cuestión puede ser creída (incluso, justificada), pero por su falsedad no puede darse por conocida. La condición de justificación indica la necesidad de evidencias, razones, etc., que avalen lo que se cree. Por ejemplo, uno puede creer que algo es verdad, que lo conoce, pero no tiene los argumentos necesarios para apoyar su creencia; en tal caso, no se conoce (Smith & Siegel, 2004). Como se evidencia, el problema radica en que no parece posible desligar la creencia del conocimiento, pues la primera es una razón necesaria, aunque no suficiente, del segundo.

En condiciones normales o ideales, se supone que la creencia debería seguir a la comprensión, aunque esto no siempre es así (Smith & Siegel, 2004), como en el caso de la evolución. De esa manera, los estudiantes podrían comprender la teoría de la evolución, las razones, los argumentos y las evidencias, pero, aun así, es posible que no creen en ella. Para sortear el asunto, Smith y Siegel (2004) proponen que, cualquiera que sea el caso, el profesor de ciencias no debe enfocarse en cambiar las creencias de sus estudiantes; algo que, en palabras de ellos, es más propio de un “adoctrinador” que de un educador. En los casos en que la creencia no sigue a la comprensión, esta última debería ser suficiente. En el caso de la evolución, si los estudiantes no creen en ella, a pesar de comprenderla, el docente debería conformarse con eso y señalar que las creencias no pueden ser científicamente sancionadas. Como se ve, con esta perspectiva resulta necesario distinguir entre conocimiento y creencia, pero, como señalan Smith y Siegel (2004), es imposible *conocer* sin *creer*. Se plantea, entonces, una paradoja que estos autores dejan sin resolver.

Por su parte, Cobern (2004) propone distinguir entre “aprehender” y “comprender”. De acuerdo con él, la aprehensión se basa en una estructura de conocimiento (visión del mundo) que tiene criterios de validez y supuestos básicos, a partir de los cuales el sujeto juzga cualquier idea, actúa y cree. Es decir, un sujeto aprehende algo en la medida en que ello se ajusta a sus supuestos fundamentales. Como la visión del mundo es una estructura que hace posible el conocimiento del sujeto, no puede desligarse la “creencia” del “conocimiento”, y no es posible que exista el uno sin el otro. El problema no radica en la existencia de la creencia en el sujeto, porque siempre va a existir, sino en el contenido de ella. Así, lo pertinente en la enseñanza es reflexionar sobre tal contenido, de forma que se puedan establecer demarcaciones entre creencia y conocimiento, pero no con el objetivo de desterrar la creencia del aula, porque lograrlo resulta imposible (Cobern, 2004).

En este sentido, hay razones pedagógicas por las cuales no es conveniente distinguir, de antemano, entre creencia y conocimiento. Ello no significa que tal distinción no pueda ni deba hacerse en el plano filosófico, sino que no es conveniente desde el punto de vista formativo (Cobern, 2004), para intentar dejar el aula libre de creencias. Las preguntas que plantean los estudiantes no están, en principio, enmarcadas conscientemente dentro de una estructura ni dentro de una forma particular de conocimiento que contiene criterios específicos de validez, como la ciencia. Para los educandos será muy difícil, sin una formación previa, comprender tales límites. Precisamente, uno de los objetivos de la educación científica es diferenciar entre ciencia y otras formas de conocimiento, lo cual debe ser objeto y resultado de un proceso de reflexión colectiva (Cobern, 2001).

Para que los estudiantes tengan la oportunidad de comprender el conocimiento científico (sus presupuestos, su dominio y sus límites), lo importante es el contenido de la creencia. Las situaciones que se dan en el aula, por lo general, involucran matrices de conocimiento-creencia. Si ante tales cuestiones se asume la propuesta de Smith y Siegel (2004), el profesor determinará qué preguntas son propias de la ciencia y cuáles tratan sobre la creencia, y, por tanto, no deben tocarse en el aula. Eso limita la posibilidad de acoger los interrogantes que tienen sentido para los estudiantes, y crea *a priori* una distinción que no resulta clara para ellos e impide una reflexión profunda sobre los supuestos sobre los cuales descansa la ciencia.

Otro problema que señala Cobern (2004) con tal perspectiva es que los profesores no se incitan a examinar críticamente la influencia de sus propias presuposiciones y creencias en sus afirmaciones de conocimiento. Su propuesta es que el aula debería abrirse al debate, y los docentes, animar y orientar la discusión sobre lo que cada uno cree y las razones por las cuales piensa que las cosas son de cierta manera.

Por otra parte, a ese debate está conectada la relación ciencia-religión. Desde el punto de vista epistemológico, la religión generalmente se asocia a la creencia, y la ciencia, al conocimiento. Pero tal distinción, en el ámbito del aula, puede hacerse en la medida en que se delimiten los criterios de validez propios de cada una. Sin embargo, resulta muy difícil de sostener que, en un hipotético primer momento de clases, la creencia pueda dejarse fuera del aula argumentando, simplemente, que “no se soporta en la evidencia”, pues lo que se constituye como evidencia para cada sujeto es relativo y se halla subordinado a sus presupuestos iniciales. Solo en la medida en que se desarrolle una discusión sobre lo que significa evidencia científica y acerca de los supuestos

sobre los cuales se funda la ciencia, será posible distinguir entre conocimiento y creencia.

La aceptación como plausibilidad

Con otra perspectiva, Deniz, Donnelly y Yilmaz (2008), quienes se ubican dentro del marco del “cambio conceptual”, consideran que la comprensión puede ser interpretada como la *inteligibilidad*, y la aceptación, como la *plausibilidad*. Así pues, la inteligibilidad (comprensión) explica solo una porción de la plausibilidad (aceptación) y la relación entre ellas está mediada por factores afectivos y contextuales que conforman la ecología conceptual; en este caso, de la evolución. En tal sentido, la aceptación (plausibilidad) aludiría a que los individuos consientan que una explicación es la mejor basándose en la evidencia disponible.

No obstante, Smith y Siegel (2004) sostienen que la definición de plausibilidad es más cercana a la de creencia que a la de aceptación, pues para que un concepto sea plausible debe ser consistente con las creencias metafísicas y los compromisos epistemológicos del sujeto. En este enfoque, se asume que la creencia es de carácter subjetivo y está conformada por ideas que no se basan en lo empírico, y, por ende, no son consistentes con el conocimiento científico (Southerland, Sinatra & Matthews, 2001). Dentro del marco del cambio conceptual, se enfatiza en la distinción entre conocimiento y creencia, de tal forma que la aceptación estaría asociada al conocimiento y la inteligibilidad, mientras la creencia lo estaría a la plausibilidad.

Si se considera la aceptación como plausibilidad, a la luz de los argumentos de Cobern (2004), se evidencia que el asunto no se resuelve, pues para que la aceptación —o la plausibilidad— sea posible, debe partir de una distinción básica sobre lo que es adecuado dentro del marco del pensamiento científico; es decir, conceptos como *evidencia*, *argumentos* y *criterios de validez* deberían constituirse dentro del marco desde el cual los estudiantes establecen si determinada proposición es plausible o no. Pero no se puede suponer, de antemano, que los estudiantes tienen claras dichas delimitaciones.

Para resumir hasta aquí, existen varios conceptos de “aceptación”, como comprensión, como plausibilidad o como inteligibilidad. En todos los casos, al acogerlos surgen problemas epistemológicos y en todos ellos la tensión es la separación entre el conocimiento y la creencia. Si bien se considera que la demarcación entre los supuestos, los métodos y los criterios de validez de la ciencia y otras formas de conocer o de interpretar el mundo es posible y necesaria, la cuestión radica en cómo y para qué hacerla. Se retomará dicho asunto más adelante, luego de presentar lo que las investigaciones empíricas muestran.

Aceptación y comprensión

Algunos estudios empíricos se han enfocado en la relación que hay entre comprender y aceptar la evolución². Las conclusiones de dichos trabajos no son del todo claras, pues mientras algunas muestran una relación positiva entre estos dos elementos, otras encuentran que no tienen relación, o que esta es débil (Akyol et al., 2012; Deniz, Donnelly, & Yilmaz, 2008;). En lo que sí coinciden las investigaciones es en señalar que es preciso considerar otros factores, como las creencias religiosas y la necesidad para entender la aceptación.

En consonancia con lo ya planteado, puede afirmarse que la comprensión no necesariamente genera aceptación (no, cuando menos, en el caso de la evolución), y otros elementos de tipo subjetivo (como los compromisos religiosos, el entorno familiar y social, etc.), juegan un importante papel en ella. Al respecto, el estudio de Asghar, Wiles y Alters (2007a), con profesores de biología en formación, encuentra que, si bien los participantes habían concluido recientemente un curso de evolución, con los recursos teóricos y prácticos adecuados, una tercera parte no aceptó la evolución como un fenómeno científicamente válido. Algunos de los participantes en dicho estudio reconocieron que su visión religiosa de la creación interfiere con su comprensión de los mecanismos evolutivos. La aceptación también estuvo positiva y moderadamente asociada a las ideas sobre las estimaciones científicas sobre la edad de la Tierra y del universo. Es decir, de acuerdo con tales hallazgos, la baja aceptación de la evolución se relaciona con una pobre comprensión de ciertas evidencias asociadas a ella.

Por su parte, las investigaciones de Abrie (2010) y Cavallo y McCall (2008) indican que es posible comprender la evolución (incluso, de manera profunda) sin que sea aceptada por el individuo. Los resultados de dicho trabajo coinciden en que la comprensión y la aceptación no se hallan estrechamente relacionadas, y que para comprender no es necesario aceptar la evolución. En contraste, el estudio de Deniz, Donnelly y Yilmaz (2008) establece una correlación significativa entre la comprensión y la aceptación de la evolución, de manera que una podría conllevar la otra. No obstante, los autores afirman que no debe exagerarse la importancia de la comprensión al momento de explicar las razones por las cuales los sujetos aceptan o no la evolución. Sus resultados son consistentes con lo encontrado por Rutledge y Warden (2000), quienes también proponen una relación positiva entre comprensión y aceptación.

Williams (2009) sugiere que, para comprender la baja o nula aceptación de la evolución, debe tenerse en cuenta, además de los aspectos conceptuales de la evolución, sus impactos o sus consecuencias en diferentes esferas de la vida personal y social. Denota que algunas personas asocian la aceptación de la evolución con la degeneración moral y refieren que ella podría “degradar la condición humana”. A similares conclusiones llega Kose (2010), quien afirma que los participantes en su estudio establecen una dicotomía entre aceptar la evolución y mantener sus creencias religiosas, y así se sienten en la necesidad de escoger una de ellas. Señala el mismo autor que algunas organizaciones religiosas (en Turquía, donde se llevó a cabo su investigación) afirman que la enseñanza de la evolución socava los valores morales. Es decir, cuando se asocia la evolución a una filosofía o a una estructura de pensamiento que pretende socavar el orden establecido, se oponen argumentos que no recurren a las evidencias o las pruebas de la evolución. Es decir, es posible que el sujeto no cuestione el carácter científico o fáctico de la evolución, sino que rechace el papel ideológico que potencialmente cumple, y que entra en contradicción con su visión del mundo.

Como se ve en este caso, la aceptación se encuentra vinculada con asuntos que trascienden los límites conceptuales y disciplinares dentro de los cuales se mueven la comprensión y la aceptación asumida como plausibilidad. Así, el sujeto formula razones para no aceptar la evolución, a pesar de que ellas no sean científicamente válidas. En estas circunstancias se nota la pertinencia de discutir los supuestos básicos de la ciencia, de cara a una discusión posterior sobre la validez de los argumentos.

Un elemento adicional es el aportado por Eder, Turic, Milasowszky, Van Adzin y Hergovich (2011), quienes afirman que las convicciones familiares son muy resistentes al ambiente y a la escuela, de modo que las actitudes a favor y en contra de la evolución, las cuales, por lo general, se forman en el ámbito familiar, difícilmente varían debido al proceso escolar. Plantean esta afirmación a partir de los resultados de su investigación en Austria, en la cual encuentran que la aceptación entre estudiantes de grados 5º y 12º no registra una diferencia significativa. Ello indicaría que el conocimiento y la comprensión de los conceptos biológicos, los cuales, se supone, son mayores conforme avanza el nivel de escolaridad, no influyen en la aceptación de la evolución. Por su parte, Cavallo y McCall (2008), en Estados Unidos, determinan que las creencias de los estudiantes no se modifican luego de un corto periodo educativo; afirman, entonces, que las creencias se hallan profundamente arraigadas en las personas, por lo que no cambian en periodos de tiempo breves.

2 Nótese que se asume que son diferentes. La aceptación se asocia a acoger la evolución como la mejor explicación científicamente válida.

En su conjunto los estudios no indican una tendencia clara en la relación comprensión-aceptación; ello, probablemente, se relaciona con el hecho de que estas indagaciones se llevaron a cabo en contextos diferentes: Sudáfrica (Abrie, 2010), Estados Unidos (Cavallo & McCall, 2008; Rutledge & Warden, 2000), Austria (Eder et al., 2011) y Turquía (Kose, 2010). Esto supone diferencias culturales que pueden ser relevantes para entender la transición entre comprender y aceptar la evolución. Lo que sobresale en la mayoría de las indagaciones es que las creencias religiosas son un elemento importante porque su posición respecto a la ciencia es variable (Asghar et al., 2007b).

Aceptación y creencias religiosas

La aceptación de la evolución ha sido relacionada con diferentes aspectos, como los niveles de razonamiento, las percepciones sobre el impacto de las ideas evolutivas en diferentes esferas, las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y, sobre todo, con las creencias religiosas (Abrie, 2010; Clément, 2013; Demastes, Good, & Peebles, 1995; Deniz, Donnelly & Yilmaz, 2008; Rutledge & Mitchell, 2002; Trani, 2004). Si bien algunos estudios, como el de Lombrozo, Thanukos y Weisberg (2008), encuentran una relación negativa entre la religiosidad y la aceptación, otras investigaciones hallan una relación positiva. Por ejemplo, Chinsamy y Plagányi (2008) sugieren que los sujetos de profundas creencias religiosas tienen dificultades para aceptar los conceptos evolutivos. Esto puede guardar relación con la naturaleza de la religión.

La investigación de Moore, Brooks y Cotner (2011) vincula “visiones del mundo religiosas” con el conocimiento sobre la evolución de estudiantes universitarios. En dicho estudio se establecen cuatro niveles de “visiones religiosas”: conservadora, moderada, liberal y ateísta o agnóstica. Con base en ellas, y mediante la aplicación de un *test* de conocimientos en evolución, los autores concluyen que las creencias religiosas conservadoras se asocian a niveles bajos de comprensión de la evolución. En este caso, la aceptación se constituye no solo como una actitud respecto a un conocimiento, sino como un elemento cognoscitivo que podría limitar la comprensión de un fenómeno; en este caso, de la evolución.

La popularidad del creacionismo entre los profesores de biología de Estados Unidos ha sido relacionada con las creencias religiosas por Moore et al. (2011). Según se encontró en dicha investigación, cerca de un cuarto de los maestros participantes consideran que el creacionismo es científicamente válido y el 15% considera que la evolución no tiene validez científica. Esta situación es relacionada por los autores más estrechamente con las creencias religiosas de los profesores que con su formación disciplinar.

Por su parte, Levesque y Guillaume (2010) y Losh y Nzekwe (2011) encuentran que pertenecer a ciertas confesiones religiosas puede ser un predictor del nivel de aceptación de la evolución. Así, quienes profesan el cristianismo fundamentalista —el cual intenta hacer una interpretación literal de la Biblia— rechazan la evolución. Particularmente, la investigación de Losh y Nzekwe (2011) sugiere que la “religiosidad” —importancia personal que se le otorga a la religión— también es un predictor de la aceptación del creacionismo y el “diseño inteligente”, incluso más importante que la denominación religiosa a la cual pertenecen los sujetos.

El trabajo de Armstrong (2010) relacionó las creencias religiosas y las “visiones sobre la evolución”; vale la pena aclarar que en este artículo no se usa el término aceptación. El análisis categoriza a los participantes en seculares y religiosos, de acuerdo con las respuestas que dan sobre sus creencias religiosas. Se encuentra que los participantes considerados “seculares” no explican frecuentemente la existencia de los seres vivos o el origen del universo aludiendo causas sobrenaturales. La tendencia contraria se encuentra en los participantes caracterizados como “religiosos”.

Las investigaciones parecen sugerir que las creencias religiosas no solo deben considerarse un “factor emotivo” que predispone la actitud del individuo frente al conocimiento (en este caso, respecto a la evolución), sino que las creencias religiosas son una parte constitutiva de la visión del mundo de los sujetos que condiciona sus ideas y su razonamiento (Cavallo & McCall, 2008). En este sentido, puede entenderse por qué cuando se asocia la evolución a un marco de pensamiento que intenta socavar los principios religiosos —que en determinadas tradiciones tienen bastante fuerza y alcance en la visión del mundo personal—, esta tienda a ser rechazada. En otras palabras, la evolución puede chocar contra los supuestos básicos de cada sujeto y ser rechazada “razonablemente”, por cuanto no es válida respecto a su particular visión del mundo.

En el mismo sentido, Sepulveda y El-Hani (2004) y El-Hani y Sepulveda (2010) y, en su investigación con profesores de biología en formación, de tradición religiosa cristiana pentecostal, establecen que algunos de los participantes adoptan un “absolutismo epistemológico”, el cual no les permite considerar siquiera la validez del conocimiento científico o de otros marcos de pensamiento por fuera de los establecidos por su religión. En uno de los casos analizados, una estudiante considera que la ciencia es una amenaza para su fe, de modo que “un signo del carácter moral de un individuo es resistir a la información o las experiencias que puedan cambiar sus creencias” (El-Hani & Sepulveda, 2010, p. 112). Los autores señalan que el

“absolutismo epistemológico” pondría en duda la posibilidad de desarrollar una “visión del mundo compatible con la ciencia”, que Cobern (2004) propone como objetivo de la educación en ciencias. En tales casos, los sujetos no están dispuestos conscientemente a plantearse ninguna delimitación entre religión y ciencia, que permita aceptar conceptos dentro de los supuestos de esta última.

En el mismo estudio se encontró que tres de los participantes establecieron vías de conexión, entre el conocimiento científico y las creencias religiosas. Esto fue relacionado por los autores con circunstancias como la formación y el nivel de práctica religiosa, el entorno familiar, la importancia otorgada por los individuos a la religión y la experiencia y la calidad de su formación científica (Sepulveda & El-Hani, 2004). Eso señala la necesidad de ahondar en la relación entre la naturaleza de la creencia religiosa, la construcción del conocimiento científico y sus posibles demarcaciones.

Similares conclusiones establecieron Dorvillé y Escovedo (2009), quienes, tras entrevistar a profesores de biología en formación, que se autodefinen como pentecostales, encontraron que ellos establecen diferentes formas de relación entre las explicaciones científicas y sus creencias religiosas. Dicho estudio, a pesar de realizarse con sujetos pertenecientes a una misma confesión, encuentra diferencias entre ellos. Eso parece reiterar que otros elementos, como el grado de práctica religiosa, la formación académica, el entorno familiar, etc., también pueden ser determinantes en la aceptación de la evolución.

La intención, por parte de algunos sujetos, de hacer compatibles las ideas científicas y sus creencias religiosas también puede interpretarse a la luz de la idea de que las creencias, como afirman Smith y Siegel (2004), por lo general, “siguen” o “se suceden luego” de la comprensión. Así pues, los individuos, en la medida en que comprenden las ideas científicas, elaboran una síntesis que las incluye dentro de su visión del mundo. Estos modelos pueden caracterizarse como híbridos y son un paso hacia nuevas preguntas y hacia la apropiación del conocimiento (El-Hani & Sepulveda, 2010). Los casos en que el conocimiento es delimitado y se pone en un “compartimiento” separado pueden interpretarse a la luz de lo que Cobern (1996) ha caracterizado como “*Apartheid cognitivo*”.

Aroua, Coquide y Abbes (2009) encuentran, en su estudio llevado a cabo en Túnez, que los estudiantes no establecen una delimitación entre conocimiento científico y creencias religiosas: por el contrario, en su mayoría, establecen modelos explicativos “híbridos”. De hecho, en su investigación evalúan la aplicación de una estrategia didáctica para ayudar a los estudiantes a delimitar

el conocimiento científico de sus ideas religiosas en sus explicaciones sobre el mundo natural (Aroua, 2006). Dichos hallazgos, de nuevo, ponen sobre la mesa la posibilidad de que en todos los casos sea posible una demarcación; es decir, que se separen creencias de conocimientos. Por otra parte, es posible que los profesores sostengan modelos híbridos, de forma que resulta aún más complicado que en el aula se demarquen entre los asuntos criterios de validez y argumentos propios de la ciencia y de la religión, sin una reflexión y una formación filosófica previa por parte del profesor.

Atendiendo a los mencionados interrogantes, algunos estudios caracterizan detalladamente las creencias y las prácticas religiosas. BouJaoude, Wiles, Asghar y Alters (2011) señalan cómo hay pocas investigaciones que tengan en cuenta la diversidad de las tradiciones religiosas y son escasas las que dan cuenta del contexto en el cual dichas tradiciones se desenvuelven. Por ello, en sus estudios (BouJaoude, Wiles et al., 2011 y BouJaoude, Asghar et al., 2011) compararon la aceptación de la evolución entre profesores pertenecientes a distintas variantes del islam (suníes, chiíes y drusos) y cristianos, en Líbano y Egipto. Sus conclusiones indican una relación entre el tipo de creencias religiosas y la aceptación de la evolución. Así, la mayoría de quienes rechazan la evolución son profesores musulmanes, exceptuando a los musulmanes drusos, quienes, en su totalidad, aceptan la evolución y sostienen posturas bastante seculares. Algo que, tentativamente, los autores asocian a las diferencias en las concepciones religiosas entre el islam tradicional (suní y chií) y el druso.

Por otra parte, Clément y Quessada, (2008, 2009), Clément, Quessada, Laurent y Carvalho (2008) y Eder et al. (2011) encuentran bajos niveles de aceptación de la evolución en países de Medio Oriente en comparación con el nivel que se encuentra en Europa. Esto parece reiterar la existencia de una relación entre la naturaleza de las creencias religiosas y la aceptación de la evolución. Por ejemplo, en el estudio de Eder et al. (2011), desarrollado en Austria —un país de tradición católica—, se encuentra un alto porcentaje de aceptación de la evolución. Al analizar sus resultados, los autores señalan que ello puede asociarse a la postura de la Iglesia Católica, que, por lo menos de manera formal y con algunas condiciones, acepta la evolución como una teoría científica. Desde luego, en este caso existen otras circunstancias por considerar, como el carácter laico de la educación en tal país, los niveles de escolarización, etc. De cualquier manera, queda planteada la necesidad de hacer diferenciaciones en lo que comúnmente se denomina religión, y que engloba tradiciones muy disímiles, las cuales sostienen posturas muy variadas respecto a lo real, la razón, el conocimiento y la ciencia, entre otros.

Aceptación y enseñanza

La mayoría de los estudios concuerdan en señalar el estrecho vínculo entre la aceptación de la evolución y su enseñanza; además, indican cómo los profesores que aceptan la evolución son más proclives a incluirla en sus clases que quienes no lo hacen (Kiliç, Soran & Graf, 2011). En tal sentido, Asghar et al. (2007a) afirman que los profesores que aceptan la evolución están dispuestos a explicar, por ejemplo, el origen de los humanos con una perspectiva evolutiva.

BouJaoude, Asghar et al. (2011) establecen que los maestros que aceptan parcialmente la evolución sostienen distintas posiciones respecto a su enseñanza: algunos no están de acuerdo con enseñarla, debido al conflicto que se genera con la religión, y otros consideran que debe “presentarse los dos lados”, tanto las ideas religiosas como las científicas, para que los estudiantes escojan. Se evidencia en ese estudio cómo los “grados” de aceptación influyen en las decisiones que toma el profesor respecto a la enseñanza de la evolución.

El estudio de Mavrikaki y Athanasiou (2011) reporta cómo los profesores de biología de educación primaria en Grecia sienten que tienen una baja “eficiencia” en la enseñanza de algunos conceptos biológicos, entre los cuales se cuenta la evolución. Los autores consideran que ello se relaciona con la baja aceptación de la evolución entre el público griego. Este grado de aceptación es asociado por los autores a la poca atención que recibe la evolución en los libros de texto, en los que, por lo general, la evolución ocupa el final. Así, la baja aceptación de la evolución entre la sociedad griega influye de manera indirecta en la formación de los profesores. En tanto este conocimiento no es socialmente valorado, los profesores prestan menor atención a él.

En lo referente a la incompatibilidad entre las creencias religiosas y la enseñanza de la evolución, se han encontrado una diversidad de posiciones. Asghar et al. (2007a) refieren que el 26% de los profesores en formación que participaron en su estudio consideran que existe conflicto e incompatibilidad entre evolución y creencias religiosas. Bajo dicho supuesto, los profesores afirman que la enseñanza de la evolución es ofensiva para las personas e interfiere con sus creencias. Como alternativa, algunos maestros proponen la enseñanza tanto del creacionismo como de la evolución en la clase de ciencias. En el mismo estudio, un pequeño grupo de profesores en formación (el 5% de los participantes) explícitamente afirma que no enseñarán evolución, por cuanto esta contradice sus creencias religiosas y la consideran anti-bíblica. En Puerto Rico, Soto-Sonera (2006, 2009), mediante un estudio de

caso, analizó el papel de las creencias religiosas en las posiciones y las prácticas de enseñanza de la evolución entre profesores en ejercicio, y concluyó que las creencias “(...) determinan las posturas que asumen los informantes con respecto a la teoría de la evolución biológica y son relevantes para guiar las prácticas educativas” (2009, p. 531). Se evidencia que, bajo ciertas circunstancias, las creencias religiosas de los profesores determinan sus prácticas de enseñanza de la evolución, y que la aceptación fundamenta las decisiones que toma el profesor.

Con base en lo anterior, es posible concluir de manera preliminar que la aceptación influye en las decisiones y prácticas de enseñanza de los profesores. Como BouJaoude, Asghar et al. (2011) señalan, es importante conocer profundamente cómo influye la aceptación o el rechazo de la evolución por parte del profesor en su práctica en el aula de clase de ciencias y cómo esto se relaciona con el aprendizaje.

Aceptación y naturaleza de la ciencia (nos)

Algunos autores asocian las comprensiones “sofisticadas” de la NOS a niveles altos de comprensión y aceptación de la evolución (Akyol et al., 2012; Lombrozo, Thanukos & Weisberg, 2008; Martin-Hansen, 2008). Varios argumentos usados para justificar el rechazo de la evolución son resultado de una comprensión incorrecta de la NOS. La investigación de BouJaoude, Asghar et al. (2011) evidencia cómo algunos profesores justifican su rechazo a la evolución arguyendo que es “solo una teoría”. Este argumento acoge una acepción según la cual la “teoría” es entendida como una simple idea u opinión, lo que diverge profundamente del concepto adoptado por la ciencia. En el mismo sentido, los análisis de BouJaoude, Wiles et al. (2011) denotan que los estudiantes no tienen una comprensión adecuada de la naturaleza de la ciencia, pues afirman que la evolución podría dejar de ser teoría, para convertirse en una ley, en la medida en que se acumulen más evidencias a su favor. También aseguran que la evolución es una “teoría”, por cuanto no ha sido probada científicamente. Otros estudiantes confunden “hecho” y “teoría”. Como se nota en esos casos, la comprensión sobre la NOS se convierte en un factor importante para tener en cuenta al analizar la aceptación y el rechazo de la evolución.

Por otra parte, Lombrozo, Thanukos y Weisberg (2008) señalan algunas vías en las que una comprensión adecuada de la NOS favorece la aceptación de la evolución. En primer lugar, sugieren que podría impactar en la disposición para aceptar la evolución convirtiéndose en un factor emotivo. En segundo lugar, indican que imposibilitaría

que los sujetos se dejen llevar acríticamente por el escepticismo injustificado que promueven los antievolucionistas. Por ejemplo, contribuiría a que las personas entiendan la falacia de calificar la evolución como “solo una teoría”.

Rutledge y Warden (2002) refieren una relación positiva entre la aceptación de la evolución y la comprensión de la NOS. Ellos sugieren que en la medida en que no se comprende la forma como se produce y se valida el conocimiento científico, es poco probable que se acepte la evolución como resultado de una decisión informada. En otras palabras, cobra valor la importancia de delimitar lo que es ciencia y lo que no lo es.

En cuanto a la relación entre aceptar la evolución y comprender la naturaleza de la ciencia, no se hallaron estudios que reporten un vínculo negativo entre ellas. Parece claro, entonces, que cuanto mejor se comprenda la NOS será más probable que los sujetos acepten la evolución. Sin embargo, esto supone un reto para la educación en ciencias, pues aún no es del todo clara la manera más adecuada de enseñar la NOS a la vez que se abordan contenidos disciplinares específicos. Como lo sugiere Martin-Hansen (2008), ello implica que los profesores tengan una preparación sofisticada sobre NOS y adopten didácticas que les permitan a los estudiantes discutir cuestiones como los límites de la religión y la ciencia, así como los criterios de validez de cada una de ellas. Es decir, se requiere una formación docente capaz de posibilitar que en el aula se lleve a cabo una demarcación de la ciencia respecto a otras formas de conocimiento y de interpretación del mundo.

Reflexiones finales: la necesidad de demarcar

Todos los seres humanos poseen una macroestructura epistemológica, que es la base sobre la cual se interpreta y se vive en el mundo. Esta visión del mundo configura un conjunto de suposiciones que predisponen al sujeto para sentir, pensar, creer y actuar en determinados patrones. En otras palabras, cada persona explica el mundo y vive en él de acuerdo con la forma como lo concibe (Cobern, 1991), de tal manera que sus ideas y sus acciones están justificadas respecto a sus propios supuestos fundamentales que constituyen criterios de validez particulares. El aula de clases agrupa diversas visiones del mundo que resultan de experiencias diferentes e influenciadas por cada cultura. Ello implica que sea un sinsentido, en términos pedagógicos y didácticos, establecer una tajante diferenciación inicial entre conocimiento y creencia, ya que ambos son aspectos de un mismo proceso. Esto no significa que la demarcación no deba ni pueda hacerse,

sino que correspondería elaborarla sobre la base de una reflexión crítica y colectiva en torno al contenido de la creencia, con el objeto de desarrollar la comprensión de lo que es y de lo que trata el conocimiento científico (Costa, 2010).

Desde luego, para hacer tal demarcación es necesario definir la ciencia, lo cual no resulta simple. Como anota Chalmers (2003), “no existe una descripción general de la ciencia y del método científico que se aplique a todas las ciencias en todas las etapas históricas de su desarrollo” (p. 231). Una definición completa de la ciencia debería tener en cuenta sus dimensiones políticas, ideológicas y económicas, entre otras. No obstante, se han propuesto algunas definiciones, como que: “La ciencia es un sistema cognitivo o patrón de la práctica y de pensamiento que involucra ciertas actividades; ciertos valores y objetivos; produce determinados resultados mediante el uso de ciertas metodologías y reglas metodológicas.” (Irzik & Nola, 2011, p. 605). Como se evidencia, los acuerdos son muy generales y solo ofrecen una definición amplia de la ciencia. Una definición completa de la ciencia desborda el alcance del presente documento, pero es pertinente enunciar algunos aspectos o rasgos de la ciencia que pueden servir al propósito de demarcarla.

La ciencia, entendida como una forma de conocer el mundo, se sustenta en presupuestos ontológicos, epistemológicos y axiológicos. Los presupuestos ontológicos implican que se reconoce la existencia de un mundo real y que en él existe un orden natural. Los presupuestos epistemológicos afirman que ese mundo y su orden son cognoscibles y que la experiencia ofrece una guía significativa para conocer la naturaleza de ese mundo, de manera que es posible construir conocimiento útil del mundo, y dicho conocimiento es objetivo, en el sentido de que es independiente del punto de vista del observador particular (Taber, 2013). Por otra parte, el presupuesto axiológico básico es que la ciencia es una actividad que tiene un valor positivo para los seres humanos. Como se ve, lo que implican dichos presupuestos no es simple de comprender, por lo cual se requiere una reflexión filosófica permanente en el aula, que permita entender de qué trata la ciencia.

En lo que respecta a la aceptación, la mayor parte de las investigaciones empíricas aquí referidas muestran un panorama en el que esta se constituye en un elemento clave para la comprensión y la enseñanza de la evolución. A su vez, denotan que este concepto guarda relación con múltiples elementos, entre los cuales se destacan las creencias religiosas. Algunos estudios encuentran que en la medida en que la religión tiene una mayor relevancia para los sujetos, y que la naturaleza de la religión es tal que riñe con la ciencia, la aceptación de la evolución se

limita. Los intentos de resolver esta situación apelando a explicar mejor el conocimiento, parecen no tener mayores efectos en lo que a aceptar la evolución se refiere, y parece necesario incluir reflexiones sobre la NOS que permitan al sujeto comprender los límites de la ciencia y así aceptar la evolución dentro de estos.

Si bien el término aceptación tiene un uso extendido en la literatura sobre didáctica de las ciencias, no hay consenso de la comunidad sobre su contenido. En general, se lo asocia más a “comprender” que a “creer”. Esto implica desarrollar un marco de referencia sobre el cual el sujeto juzga adecuada una explicación con base en la evidencia disponible. Lo anterior parece indicar que para aceptar la evolución —sea esta concebida como comprender, como plausibilidad o como inteligibilidad— requiere la demarcación.

En tal sentido, la educación científica debería enfatizar en que los estudiantes comprendan los supuestos básicos de la ciencia (Costa, 2010; Cobern & Loving, 2001). Así, resultaría comprensible para los estudiantes por qué determinados argumentos no son válidos dentro de ese marco o por qué la evolución es un conjunto de teorías que ofrecen una explicación del desarrollo de la vida, lo cual corresponde con los fenómenos que se observan, y que es coherente con otras teorías científicas.

Referencias

- Abrie, A. (2010). Student teachers' attitudes toward and willingness to teach evolution in a changing South African environment. *Journal of Biological Education*, 44 (3), 102-107.
- Akyol, G., Tekkaya, C., Sungur, S., & Traynor, A. (2012). Modeling the Interrelationships Among Pre-service Science Teachers' Understanding and Acceptance of Evolution, Their Views on Nature of Science and Self-Efficacy Beliefs Regarding Teaching Evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 23 (8), 937-957.
- Armstrong, B. (2010). The differing views of college instructors and Mexican American college students regarding religion, the supernatural, and evolution. *International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*, 5 (9), 453-465.
- Aroua, S. (2006). *Dispositif didactique pour l'enseignement de l'évolution. Débat en classe pour l'enseignement de la théorie de l'évolution en Tunisie* (tesis de doctorado). ENS de Cachan et ISEFC de Tunis, Túnez.
- Aroua, S., Coquide, M., & Abbes, S. (2009). Overcoming the Effect of the Socio-cultural Context: Impact of Teaching Evolution in Tunisia. *Evolution: Education and Outreach*, 2 (3), 474-478.
- Asghar, A., Wiles, J., & Alters, B. (2007a). Canadian pre-service elementary teachers' conceptions of biological evolution and evolution education. *McGill Journal of Education*, 42 (2), 189-209.
- Asghar, A., Wiles, J., & Alters, B. (2007b). Discovering international perspectives on biological evolution across religions and cultures. *International Journal of Diversity in Organizations, Communities, and Nations*, 6 (4), 81-88.
- Beltrán, W. (2012). Descripción cuantitativa de la pluralización religiosa en Colombia. *Universitas Humánica*, 73, 201-238.
- BouJaoude, S., Asghar, A., Wiles, J. R., Jaber, L., Sariedine, D., & Alters, B. (2011). Biology professors' and teachers' positions regarding biological evolution and evolution education in a middle eastern society. *International Journal of Science Education*, 33 (7), 979-1000.
- BouJaoude, S., Wiles, J. R., Asghar, A., & Alters, B. (2011). Muslim Egyptian and Lebanese Students' Conceptions of Biological Evolution. *Science and Education*, 20 (9), 895-915.
- Cavallo, A. & McCall, D. (2008). Seeing May Not Mean Believing: Examining Students' Understandings & Beliefs in Evolution. *American Biology Teacher*, 70 (9), 522-530.
- Chalmers, A. (2003). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* España: Siglo XXI.
- Chinsamy, A. & Plagányi, E. (2008). Accepting evolution. *Evolution*, 62 (1), 248-254.
- Clément, P. (2013). Teachers' conceptions of Evolution in some Muslim countries. Public Understanding of Science ('The public understanding of evolution in the Muslim World'), august 13, doi: 10.1177/0963662513494549. Recuperado de <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01024550>.
- Clément, P. & Quessada, M. (2008). Creationist and/or evolutionist convictions of biology teachers: A comparative study of 19 countries [Dossier Évolution et créationnisme: Les convictions créationnistes et/ou évolutionnistes d'enseignants de biologie: Une étude comparative dans dix-neuf pays]. *Natures Sciences Societes*, 16 (2), 154-158.
- Clément, P. & Quessada, M. (2009). Creationist beliefs in europe. *Science*, 324 (26), 1644.

- Clément, P., Quessada, M., Laurent, C. & Carvalho, G. (2008). Science and religion: Evolutionism and creationism in education: A survey of teachers' conceptions in 14 countries. *XIII IOSTE Symposium*.
- Cobern, W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, 80 (5), 579-610.
- Cobern, W. (2004). Apples and Oranges: A Rejoinder to Smith and Siegel. *Science & Education*, 13 (6), 583-589.
- Cobern, W. & Loving, C. (2001). Defining "science" in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85 (1), 50-67.
- Costa, G. (2010). Importância da demarcação de saberes no ensino de Ciências para sociedades tradicionais. *Ciênc. educ. (Bauru)*, 16 (3), 679-694.
- Demastes, S., Good, R. & Peebles, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. *Science Education*, 79 (6), 637-666.
- Deniz, H., Donnelly, L. & Yilmaz, I. (2008). Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among Turkish preservice biology teachers: Toward a more informative conceptual ecology for biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (4), 420-443.
- Dorvillé, L. & Escovedo, S. (2009). Conflitos e tensões entre ciência e religião nas visões de mundo de alunos evangélicos de uma licenciatura em ciências biológicas. *Enseñanza de Las Ciencias* (Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias), 2757- 2761.
- Eder, E., Turic, K., Milasowszky, N., Van Adzin, K. & Hergovich, A. (2011). The Relationships Between Paranormal Belief, Creationism, Intelligent Design and Evolution at Secondary Schools in Vienna (Austria). *Science and Education*, 20 (5-6), 517-534.
- El-Hani, C. & Sepulveda, C. (2010). The relationship between science and religion in the education of protestant biology preservice teachers in a Brazilian university. *Cultural Studies of Science Education*, 5 (1), 103-125.
- Kampourakis, K. (2014). *Understanding evolution*. New York: Cambridge University Press.
- Kiliç, D. S., Soran, H. & Graf, D. (2011). Factors influencing the teaching of evolution [Evrım öğretiminin etkileyen faktörler]. *Hacettepe Egitim Dergisi* (41), 255-266.
- Kose, E. (2010). Biology students' and teachers' religious beliefs and attitudes towards theory of evolution. *H. U. Journal of Education*, 38, 189-200.
- Levesque, P. & Guillaume, A. (2010). Teachers, evolution, and religion: no resolution in sight. *Review of Religious Research*, 51 (4), 349-365.
- Lombrozo, T., Thanukos, A., & Weisberg, M. (2008). The Importance of Understanding the Nature of Science for Accepting Evolution. *Evolution: Education & Outreach*, 1, 290-298.
- Losh, S., & Nzekwe, B. (2011). Creatures in the classroom: preservice teacher beliefs about fantastic beasts, magic, extraterrestrials, evolution and creationism. *Science Education*, 20 (5-6), 473-489.
- Mansour, N. (2013). Science Teachers' cultural beliefs and diversities: A sociocultural perspective to science education. En: N. Mansour & R. Wegerif (eds.). *Science education for diversity* (pp. 205-230). New York: Springer.
- Martin-Hansen, L. (2008). First-Year college students' conflict with religion and science. *Science & Education*, 17 (4), 317-357.
- Mavrikaki, E., & Athanasiou, K. (2011). Development and application of an instrument to measure Greek primary education teachers' biology teaching self-efficacy beliefs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 7 (3), 203-213.
- Miller, J., Scott, E. & Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313 (5788), 765-766.
- Moore, R., Brooks, C. & Cotner, S. (2011). The relation of high school biology courses & students' religious beliefs to college students' knowledge of evolution. *The American Biology Teacher*, 73 (4), 222-226.
- Nadelson, L., & Southerland, S. (2010). Examining the Interaction of Acceptance and Understanding: How Does the Relationship Change with a Focus on Macroevolution? *Evolution: Education and Outreach*, 3 (1), 82-88.
- Reiss, M. (2009). The relationship between evolutionary biology and religion. *Evolution*, 63 (7), 1934-1941.
- Ruse, M. (2007). *¿Puede un darwinista ser cristiano? La relación entre religión y ciencia*. Madrid: Siglo XXI.
- Ruse, M. (2009). Darwin and philosophy [Darwin y la filosofía]. *Teorema*, 28 (2), 15-33.
- Rutledge, M. & Warden, M. (2000). Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: critical relationships. *The American Biology Teacher*, 62 (1), 23-31.

- Rutledge, M. & Mitchell, M. A. (2002). High school biology teachers' knowledge structure, acceptance & teaching of evolution. *American Biology Teacher*, 64 (1), 21-28.
- Sepulveda, C., & El-Hani, C. (2004). Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9 (2), 137-175.
- Sickel, A. & Friedrichsen, P. (2013). Examining the evolution education literature with a focus on teachers: major findings, goals for teacher preparation, and directions for future research. *Evolution: Education and Outreach*, 6 (23): 1-15.
- Smith, M., & Siegel, H. (2004). Knowing, Believing, and Understanding: What Goals for Science Education? *Science & Education*, 13 (6), 553-582. <http://doi.org/10.1023/B:SCED.0000042848.14208.bf>
- Soto-Sonera, J. (2006). Implicaciones educativas de las creencias religiosas de las docentes de ciencia en la enseñanza del tema "evolución biológica": Un estudio de caso. *Revista Paideia Puertorriqueña*, 1 (2). Recuperado de: <http://paideia.uprrp.edu/Articulos/Volumen%201%20Num.%202%20%28agosto%20-%20diciembre%202006%29/Implicaciones%20educativas.htm>
- Soto-Sonera, J. (2009). Influencia de las creencias religiosas en los docentes de ciencia sobre la teoría de la evolución biológica y su didáctica. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14 (41), 515-538.
- Southerland, S., Sinatra, G. & Matthews, M. (2001). Belief, Knowledge, and Science Education. *Educational Psychology Review*, 13, 325-351.
- Taber, K. (2013). Conceptual frameworks, metaphysical commitments and worldviews: The challenge of reflecting the relationships between science and religion in science education. En: N. Mansour & R. Wegerif (eds.). *Science education for diversity*. New York: Springer (pp. 151-177).
- Trani, R. (2004). I won't teach evolution; it's against my religion: and now for the rest of the story. *The American Biology Teacher*, 66 (6), 419-427.
- van Dijk, E. (2009). Teachers' views on understanding evolutionary theory: a PCK-study in the framework of the ERTE-model. *Teaching and Teacher Education*, 25 (2), 259-267.
- van Dijk, E. & Reydon, T. (2010). A conceptual analysis of evolutionary theory for teacher education. *Science and Education*, 19 (6), 655-677.
- Warren, A. (2011). Why don't people think evolution is true? Implications for teaching, in and out of the classroom. *Evo Edu Outreach*, 4, 648-665.
- Williams, J. D. (2009). Belief versus acceptance: Why do people not believe in evolution? *BioEssays*, 31 (11), 1255-1262.